



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Patentschrift**  
⑯ **DE 100 42 753 C 2**

⑮ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**A 47 L 5/12**  
G 08 C 17/02  
B 25 J 9/16

⑯ Aktenzeichen: 100 42 753.7-15  
⑯ Anmeldetag: 2. 6. 2000  
⑯ Offenlegungstag: 13. 12. 2001  
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 19. 9. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

Bauersachs, Petra, 56299 Ochtendung, DE;  
Ciburski, Guido, 56299 Ochtendung, DE

⑯ Vertreter:

Patentanwälte Becker & Aue, 65207 Wiesbaden

⑯ Erfinder:

Antrag auf Nichtnennung

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 43 40 771 A1  
DE 43 23 332 A1  
DE 26 00 907 A1  
DE 695 01 130 T2  
US 57 87 545 A  
US 56 46 494 A  
US 55 60 077 A  
US 53 41 540 A  
US 51 99 996 A  
US 51 09 566 A  
US 50 86 535 A  
US 46 38 445 A

⑯ Staubsauger-Roboter

⑯ Staubsauger-Roboter, der dezentral über eine Funkstrecke mit einem Personal-Computer kommuniziert, in dem die durch den Staubsauger-Roboter abzufahrende Fläche mittels einer Steueroftware speicherbar ist, wobei die Steueroftware die optimalen Wege und die Steueranweisungen errechnet und an den Staubsauger-Roboter sendet, und der Staubsauger-Roboter eine Mehrzahl von Sensoren aufweist, die mit auf der abzufahrenden Fläche angebrachten Markierungen einen Soll-Ist-Vergleich der Positionen des Staubsauger-Roboter ermöglichen, dadurch gekennzeichnet, dass der Staubsauger-Roboter mindestens eine Düse zum Aufwirbeln von Staub aus den Randbereichen bzw. Ecken der zu reinigenden Fläche aufweist.

DE 100 42 753 C 2

DE 100 42 753 C 2

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Staubsauger-Roboter, der dezentral über eine Funkstrecke mit einem Personal-Computer kommuniziert, in dem die durch den Staubsauger-Roboter abzufahrende Fläche mittels einer Steuer-Software speicherbar ist, wobei die Steuer-Software die optimalen Wege und die Steueranweisungen errechnet und an den Staubsauger-Roboter sendet, und der Staubsauger-Roboter eine Mehrzahl von Sensoren aufweist, die mit auf der abzufahrenden Fläche angebrachten Markierungen einen Soll-Ist-Vergleich der Positionen des Staubsauger-Roboter ermöglichen.

[0002] Staubsauger, die selbstständig konstante Flächen abfahren und dabei absaugen sollen, so genannte Staubsauger-Roboter, haben diverse Anforderungen zu erfüllen. Sie müssen komplexe Flächen möglichst vollständig abfahren, dabei aber möglichst wenige Flächen mehrfach überfahren. Dabei sollen Gegenstände möglichst dicht umfahren werden, ohne diese zu berühren oder gar umzuwerfen. Der Roboter darf sich nicht in Nischen verklemmen oder an Gegenständen hängen bleiben. Dabei sollen sämtliche möglichen Fehlerquellen der Navigationssteuerung des Roboters ausgeschlossen werden, um eine fehlerfreie externe Steuerung zu ermöglichen.

[0003] Folgenden Komponenten werden bekanntermaßen für Staubsauger-Roboter im Haushaltbereich vorausgesetzt:

- Saugsystem unterhalb oder seitlich vom Roboter,
- Abluft-Filter,
- Staubsammelkammer bzw. Staubtüten
- Motor für Sauger und
- Motor für Steuerung (Vorwärts, Rückwärts, Lenkung).

[0004] Bekannt sind Staubsauger-Roboter, welche durch Sensoren erkennen, dass sie sich einer Wand nähern. Dabei werden Steuerungsentscheidungen durch bestimmte Steuerungs-Algorithmen ermittelt. Die Qualität der Algorithmen und die Qualität der Sensoren bestimmt wesentlich die Qualität der Flächenbearbeitung.

[0005] Mit der Qualität der Flächenbearbeitung ist hier gemeint:

- der Anteil der Fläche, der doppelt überfahren wird,
- der Anteil der Fläche, der gar nicht überfahren wird,
- sowie die Wahrscheinlichkeit, mit der sich der Roboter festfährt also navigationsunfähig wird.

[0006] Die zur Erfüllung der Aufgaben benötigte Rechenleistung ist je nach Technologie der Sensoren aufwändig und verlangt aufwändige und teure Mikro-Kontroller. Da jede Wohnung und damit jede Fläche anders geformt ist und sich zudem auch kurzfristig z. B. durch neue Möbelstücke verändern kann, verzichten die meisten Konzepte darauf, den Algorithmen als Input eine Beschreibung der Fläche zu übergeben. Vielmehr werden die Kontroller so konzipiert, dass sie mit jeder Topologie jederzeit zurechtkommen sollen.

[0007] Der Benutzer hat keine Möglichkeit, die Topologie einzugeben, also zu beschreiben, da hierzu ein Display und ein Eingabegerät (Maus oder Tastatur) am Roboter notwendig wäre. Aus Kosten- und Gewichtsgründen scheiden solche Konzepte aus. Zudem soll der Roboter möglichst klein bleiben, damit er in alle Winkel fahren kann.

[0008] Nachteilig bei diesen Lösungen ist, dass entweder die lokale Rechenleistung und/oder die Sensoren so aufwändig sind, dass die Kosten jenseits der für Konsument-Endge-

räte akzeptablen Preisgrenze liegen oder die Qualität der Flächenbearbeitung unzureichend ist.

[0009] Besonders nachteilig ist, dass der Roboter bei einfachen Verfahren nicht dagegen geschützt ist, sich festzufahren oder in Endlosschleifen gerät, was bedeutet, dass er immer die gleichen Teilstücke bearbeitet, aber nie seine Aufgabe vollständig erledigt.

[0010] Aus den US 46 38445 A, DE 43 23 332 A1 und DE 695 01 130 T2 sind mobile Staubsauger-Roboter bekannt, bei denen ein handelsüblicher Personal-Computer zur Steuerung des Staubsauger-Roboters verwendet wird und dieser Computer dann, wenn der Staubsauger-Roboter nicht in Betrieb ist, auch für andere Anwendungen benutzt werden kann. Der Personal-Computer wird nicht vom Staubsauger-Roboter getragen, wenn eine Übertragungsverbindung zwischen Staubsauger-Roboter und Personal-Computer vorgesehen ist.

[0011] Weiterhin sind aus den DE 43 40 771 A1, US 51 09 566 A, US 55 60 077 A und US 56 46 494 A 20 Staubsauger-Roboter bekannt, die zur Energie-Aufladung selbsttätig eine Ladestation anfahren. Darüber hinaus offenbaren die DE 26 00 907 A1, US 50 86 535 A und US 53 41 540 A Roboter-Systeme, bei denen zur Korrektur des Fahrkurses Markierungen im zu reinigenden Raum an 25 gebracht sind. Ferner ist es aus der US 57 87 545 A bekannt, dass der automatische Staubsauger an einer zentralen Station entleert wird.

[0012] Das typische Einsatzgebiet eines solchen Staubsauger-Roboters, nämlich die Wohnung des Benutzers, ver 30 ändert sich gewöhnlich nicht. Der Roboter muss sich also gar nicht ständig an neue Einsatzgebiete gewöhnen, im Unterschied zu Industrierobotern, die Werkshallen abfahren müssen, in denen ständig neue und wechselnde Hindernisse zu umfahren sind.

[0013] Bei den bekannten Robotern wird bewusst darauf verzichtet, ihm universelle Umfahrungs- und Topologie-Eigenschaften zu implementieren. Der Benutzer muss also nach dem Erwerb des Roboters die Eigenschaften, nämlich die Bodenarten, wie Teppich, Stein oder Holz, und die Form 40 der Wohnung in das vorgestellte System eingeben.

[0014] Es müssen zudem Vorehrungen getroffen werden, die eine Wegabweichung des Roboters ausgleichen können. Die Aufdeckung eventueller Fahrfehler muss dabei nicht sofort erfolgen, da Fahrfehler selten sind und davon ausgegangen wird, dass der Zusatzzeitbedarf nachrangig ist.

[0015] Folgende Vorteile ergeben sich bei den bekannten Staubsauger-Robotern:

1. Die Gesamtkosten verringern sich drastisch.
2. Das Gewicht der Steuerung reduziert sich.
3. Einfache Sensoren reichen aus.
4. Die Qualität der Steuerung ist vorhersagbar und niemals zufällig, die Qualität daher gleich bleibend.
5. Der Benutzer kann sehr komfortabel mit seinem Roboter kommunizieren.

[0016] Nachteilig bei diesen Systemen ist jedoch, dass keiner der Staubsauger-Roboter in der Lage ist, insbesondere die Eck- und Randbereiche einer Raumfläche ausreichend zu reinigen.

[0017] Aufgabe der Erfindung ist es, einen kostengünstigen und einfachen Staubsauger-Roboter der eingangs genannten Art zu schaffen, mit denen jede Raum-Topografie vollständig abfahrbar und zu reinigen ist.

[0018] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass der Staubsauger-Roboter mindestens eine Düse zum Aufwirbeln von Staub aus den Randbereichen bzw. Ecken der zu reinigenden Fläche aufweist.

[0019] Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die mindestens eine Düse aktivierbar, wenn der Staubsauger-Roboter mit einem ausreichenden Sicherheitsabstand einen Randbereich der zu abzufahrenden Fläche erreicht, wobei der aufgewirbelte Staub auf die zu reinigende Hauptfläche geleitet und von dort erfasst wird.

[0020] Damit werden die Randflächen und Eckbereiche eines zu reinigenden Raumes auch dann von Staub gereinigt, wenn der Roboter diese mit ausreichendem Sicherheitsabstand abfährt. Die Düsen blasen den Staub aus den Randflächen und aus den Ecken weg und kann dann beim weiteren Reinigungsvorgang vom Staubsauger-Roboter aufgesaugt werden.

[0021] Der der Erfindung zu Grunde liegende Gedanke wird in der nachfolgenden Beschreibung anhand eines Ausführungsbeispiels näher beschrieben.

[0022] Auf einem handelsüblichen PC wird ein Robotersteuerungsprogramm installiert. An die serielle Schnittstelle wird ein Adapter geschraubt, der vorzugsweise die Weiterbenutzung, beispielsweise durch eine Computer-Maus an einer eingebauten zusätzlichen Schnittstelle, erlaubt. Alternativ wäre auch der Anschluss an die parallele Schnittstelle oder den USB-Port des Personal-Computers möglich. Über diesen Kontakt kommuniziert der Personal-Computer mit dem Staubsauger-Roboter.

[0023] Die Steuersoftware erlaubt die Eingabe der Wohnungsform, wie Topologie, Bodenbeschaffenheit, Sicherheitsabstände, und den Start und Stopp des Staubsauger-Roboters.

[0024] Nach der Eingabe der Wohnungseigenschaften berechnet das Programm den kürzesten Weg, mit dem die Fläche vollständig abfahrbar ist. Dabei berechnet das Programm einen Weg, bei dem die wenigen Steuerungseingriffe in die Lenkung notwendig sind, da diese immer fehlerbehaftet sind. Das Programm versucht also möglichst gerade Strecken zu erzeugen und oft so genannte Positions-Markierungen zu überfahren, damit eine Soll-Ist-Kontrolle der Position erreicht wird.

[0025] Diese Markierungen können eindeutig sein, d. h. das System erkennt die Position auch dann, wenn der Roboter willkürlich auf eine solche Markierung gesetzt wird. Dies hätte zwar den Nachteil, dass jede Markierung eindeutig identifizierbar sein muss, z. B. nummeriert durch Barcode. Die Sensoren wären dann aufwändiger. Weiterer Nachteil wäre, dass der Benutzer die Position jeder Markierung ins System eingeben muss oder dem System eine Lernphase zugestehen muss, bei der der Roboter die Position der Markierungen selbst ermittelt.

[0026] Auch einfache Rückmeldungen, z. B. bei Hinderniskontakt, wären möglich. Die notwendigen Sensoren, beispielsweise als Federkontakte, können kostengünstig rund um den Roboter platziert werden.

[0027] Möglich ist auch, dass auf die Markierungen komplett und damit auf jede Rückmeldung des Systems verzichtet wird. Dies setzt aber den unwahrscheinlichen Fall voraus, dass der Roboter sehr exakt die vom PC ermittelten Fahrweisungen, wie Lenkung, Verzögerung, Start/Stopp, ausführt.

[0028] Durch die Nutzung des Personal-Computers, der in den Haushalten, die sich für einen Roboter interessieren, fast immer bereits vorhanden ist, können wesentlich leistungsfähigere Algorithmen zum Einsatz kommen. Zudem kann der Benutzer das System durch Korrekturen unterstützen. Beispielsweise können typische Fehlerquellen wie Tepichkanten manuell ausgegrenzt werden. Auch die gesamte Fläche könnte der Benutzer einmal manuell abfahren, dabei würde der Roboter die Steueranweisungen an die PC-Software übertragen und die Software würde "angelernt". Die

dabei "gelernten" Steueranweisungen müssten dann zukünftig nur noch abgespielt werden. Oder das manuelle Abfahren dient lediglich dazu, die Fläche zu erfassen. Beliebige Kombinationen des Softwaremodells sind dabei möglich.

5 Damit ist die Softwareprogrammierung wesentlich flexibler als in einem Mikro-Controller-Modell.

[0029] Damit Randbereiche der Fläche nicht unnötig nahe abgefahrene werden müssen, ist eine Düse am Roboter angebracht, die in Randbereichen aktiviert wird und einen Luftstrahl in die Ecken lenkt, der den Staub in die Hauptfläche leitet. Dort wird der Staub dann wie üblich vom Roboter erfasst.

[0030] Die tägliche Benutzung könnte derart gestaltet sein, dass der Roboter morgens in eine definierte Wohnungsecke gestellt wird und beim Verlassen der Wohnung per Schalter am Roboter aktiviert wird. Abends kommt der Benutzer zurück und findet seine Wohnung staubfrei vor und entleert wöchentlich den Staubbeutel. Über Nacht wird der Roboter zum Aufladen der Akkus an eine Steckdose ange- 20 schlossen.

#### Patentansprüche

1. Staubsauger-Roboter, der dezentral über eine Funkstrecke mit einem Personal-Computer kommuniziert, in dem die durch den Staubsauger-Roboter abzufahrende Fläche mittels einer Steuersoftware speicherbar ist, wobei die Steuersoftware die optimalen Wege und die Steueranweisungen errechnet und an den Staubsauger-Roboter sendet, und der Staubsauger-Roboter eine Mehrzahl von Sensoren aufweist, die mit auf der abzufahrenden Fläche angebrachten Markierungen einen Soll-Ist-Vergleich der Positionen des Staubsauger-Roboter ermöglichen, dadurch gekennzeichnet, dass der Staubsauger-Roboter mindestens eine Düse zum Aufwirbeln von Staub aus den Randbereichen bzw. Ecken der zu reinigenden Fläche aufweist.

2. Staubsauger-Roboter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Düse aktivierbar ist, wenn der Staubsauger-Roboter mit einem ausreichenden Sicherheitsabstand einen Randbereich der zu abzufahrenden Fläche erreicht, wobei der aufgewirbelte Staub auf die zu reinigende Hauptfläche geleitet und von dort erfasst wird.